

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Produksi**

Sistem adalah sekelompok unsur yang erat hubungannya satu dengan yang lainnya, yang berfungsi bersama-sama untuk mencapai tujuan tertentu. Suatu sistem mempunyai karakteristik atau sifat tertentu yang mempunyai komponen-komponen (*components*), batas sistem (*boundary*), lingkungan luar sistem (*environments*), penghubung (*interface*), masukan (*input*), keluaran (*output*), pengolah (*process*) dan sasaran (*objectives*) atau tujuan (*goal*). (Asep, 2017) Sedangkan produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa. Jadi dari hasil pernyataan diatas bahwa sistem produksi dapat diartikan sebagai cara, metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber berupa tenaga kerja, mesin, bahan-bahan dan dana yang ada. (Rusdi, 2017)

Atau secara definisi sistem produksi merupakan kumpulan dari subsistem-subsistem yang saling berinteraksi dengan mentransformasikan input produksi menjadi output produksi. Input produksi ini dapat berupa bahan baku (*material*), tenaga kerja (*man*), modal (*money*), mesin (*machine*), metode (*method*), energi (*energy*) dan informasi (*information*). (Desi, 2019)

##### **2.1.1 Perencanaan dan Pengendalian Produksi**

Secara umum perencanaan dan pengendalian produksi dapat diartikan sebagai aktivitas merencanakan serta mengendalikan material masuk dalam sistem produksi (baik bahan baku maupun bahan pembantu) mengalir dalam sistem

produksi (menjadi komponen atau *subassembly*) dan keluar dari sistem produksi (berupa produk jadi atau *spare parts*) sehingga permintaan dapat dipenuhi dengan efektif dan efisien (tepat jumlah, tepat waktu penyerahan dan biaya produksi yang minimum).

Jika didefinisikan secara terpisah, perencanaan dan pengendalian produksi mencakup dua aktivitas yakni:

1. Perencanaan produksi

Aktivitas mengevaluasi fakta di masa lalu dan sekarang serta mengantisipasi perubahan dan kecenderungan di masa mendatang untuk menentukan strategi dan penjadwalan produksi yang tepat guna mewujudkan sasaran memenuhi permintaan secara efektif dan efisien. Aktivitas ini berupa merencanakan jenis dan jumlah produk yang diproduksi, kapan produk harus selesai di produksi serta material apa saja yang dibutuhkan selama proses produksi. (Agustina, 2019)

2. Pengendalian produksi

Aktivitas mengendalikan dan memastikan seluruh rangkaian aktivitas yang telah direncanakan agar terlaksana sesuai dengan target dan sasaran yang ditetapkan sekalipun terdapat beberapa perubahan dan penyesuaian yang terjadi. Aktivitas menetapkan kemampuan sumber yang digunakan dalam memenuhi rencana, kemampuan produksi berjalan sesuai rencana, melakukan perbaikan rencana yang ditetapkan. (Agustina, 2019)

### **2.1.2 Ruang Lingkup Sistem Produksi**

Produksi sering diartikan sebagai aktivitas yang ditujukan untuk meningkatkan nilai masukan (*input*) menjadi keluaran (*output*). Dengan demikian maka kegiatan usaha jasa seperti dijumpai pada perusahaan angkutan, asuransi,

bank, pos, telekomunikasi, dsb menjalankan juga kegiatan produksi. Secara skematis sistem produksi dapat digambarkan sbb:



Gambar 2. 1 Skema Sistem Produksi  
Sumber : Gaspersz, 2004

Ruang lingkup Sistem Produksi dalam dunia industri manufaktur apapun akan memiliki fungsi yang sama. Fungsi atau aktifitas-aktifitas yang ditangani oleh departemen produksi secara umum adalah sebagai berikut :

1. Mengelola pesanan (*order*) dari pelanggan.

Para pelanggan memasukkan pesanan-pesanan untuk berbagai produk. Pesanan-pesanan ini dimasukkan dalam jadwal produksi utama, bila jenis produksinya *made to order*.

2. Meramalkan permintaan.

Perusahaan biasanya berusaha memproduksi secara lebih *independent* terhadap fluktuasi permintaan. Permintaan ini perlu diramalkan agar skenario produksi dapat mengantisipasi fluktuasi permintaan tersebut. Permintaan ini harus dilakukan bila tipe produksinya adalah *made to stock*.

3. Mengelola persediaan.

Tindakan pengelolaan persediaan berupa melakukan transaksi persediaan, membuat kebijakan persediaan pengamatan, kebijakan kuantitas pesanan/ produksi, kebijakan frekuensi dan periode pemesanan, dan mengukur performansi keuangan kebijakan yang dibuat.

4. Menyusun rencana agregat (penyesuaian permintaan dengan kapasitas). Pesanan pelanggan dan atau ramalan permintaan harus dikompromikan dengan sumber daya perusahaan (fasilitas, mesin, tenaga kerja, keuangan dan lain-lain). Rencana agregat bertujuan untuk membuat skenario pembebanan kerja untuk mesin dan tenaga kerja (reguler, lembur, dan subkontrak) secara optimal untuk keseluruhan produk dan sumber daya secara terpadu (tidak per produk).
5. Membuat jadwal induk produksi (JIP).  
JIP adalah suatu rencana terperinci mengenai apa dan berapa unit yang harus diproduksi pada suatu periode tertentu untuk setiap item produksi. JIP dibuat dengan cara (salah satunya) memecah (disagregat) ke dalam rencana produksi (apa, kapan, dan berapa) yang akan direalisasikan. JIP ini akan diperiksa tiap periodik atau bila ada kasus. JIP ini dapat berubah bila ada hal yang harus diakomodasikan.
6. Merencanakan Kebutuhan.  
JIP yang telah berisi apa dan berapa yang harus dibuat selanjutnya harus diterjemahkan ke dalam kebutuhan komponen, *sub-assembly*, dan bahan penunjang untuk menyelesaikan produk. Perencanaan kebutuhan material bertujuan untuk menentukan apa, berapa, dan kapan komponen, *sub-assembly* dan bahan penunjang harus dipersiapkan. Untuk membuat perencanaan kebutuhan diperlukan informasi lain berupa struktur produk (*bill of material*) dan catatan persediaan. Bila hal ini belum ada, maka tugas *departement* PPC untuk membuatnya.
7. Melakukan penjadwalan pada mesin atau fasilitas produksi.

Penjadwalan ini meliputi urutan pengerjaan, waktu penyelesaian pesanan, kebutuhan waktu penyelesaian, prioritas pengerjaan dan lain-lainnya.

8. *Monitoring* dan pelaporan pembebanan kerja dibanding kapasitas produksi. Kemajuan tahap demi tahap *simonitor* untuk dianalisis. Apakah pelaksanaan sesuai dengan rencanan yang dibuat.
9. Evaluasi skenario pembebanan dan kapasitas.

Bila realisasi tidak sesuai rencana agregat, JIP, dan Penjadwalan maka dapat diubah/ disesuaikan kebutuhan. Untuk jangka panjang, evaluasi ini dapat digunakan untuk mengubah (menambah) kapasitas produksi.

Fungsi tersebut dalam praktik tidak semua perusahaan akan melaksanakannya. Ada tidaknya suatu fungsi ini diperusahaan, juga ditentukan oleh teknik atau metode perencanaan dan pengendalian produksi (sistem produksi) yang digunakan perusahaan (Purnomo, 2004)

Selain itu, ruang lingkup sistem produksi mencakup tiga aspek utama yaitu pertama, perencanaan sistem produksi. Perencanaan sistem produksi ini meliputi perencanaan produk, perencanaan lokasi pabrik, perencanaan *layout* pabrik, perencanaan lingkungan kerja, perencanaan standar produksi. Kedua, sistem pengendalian produksi yang meliputi pengendalian proses produksi, bahan, tenaga kerja, biaya, kualitas dan pemeliharaan. Ketiga, sistem informasi produksi yang meliputi struktur organisasi, produksi atas dasar pesanan, produksi massal. Ketiga aspek dan komponen-komponennya tersebut agar dapat berjalan dengan baik perlu *planning, organizing, directing, coordinating, controlling (Management Process)*. Berikut adalah bentuk-bentuk aspek dalam ruang lingkup sistem produksi

Tabel 2.1 Ruang lingkup proses produksi

Perencanaan sistem produksi	Sistem pengendalian produksi	Sistem informasi produksi
Perencanaan produksi	Pengendalian proses produksi	Struktur organisasi
Perencanaan lokasi produksi	Pengendalian bahan baku	Produksi atas dasar pesanan
Perencanaan letak fasilitas produksi	Pengendalian tenaga kerja	Produksi untuk persediaan
Perencanaan lingkungan kerja	Pengendalian biaya produksi	
Perencanaan standar produksi	Pengendalian kualitas pemeliharaan	

Sumber : Krajewsky dan Ristman (1990)

### 2.1.3 Macam-Macam Proses Produksi

Macam-macam proses produksi ada berbagai macam bila ditinjau dari berbagai segi. Proses produksi dilihat dari wujudnya terbagi menjadi proses kimiawi, proses perubahan bentuk, proses perakitan, proses transportasi dan proses penciptaan jasa-jasa administrasi (Ahyari, 2002). Proses produksi dilihat dari arus atau *flow* bahan mentah sampai menjadi produk akhir, terbagi menjadi dua yaitu proses produksi terus-menerus (*Continous process*) dan proses produksi terputus-putus (*Intermettent process*).

Perusahaan menggunakan proses produksi terus-menerus apabila di dalam perusahaan terdapat urutan-urutan yang pasti sejak dari bahan mentah sampai proses produksi akhir. Proses produksi terputus-putus apabila tidak terdapat urutan atau pola yang pasti dari bahan baku sampai dengan menjadi produk akhir atau

urutan selalu berubah (Ahyari, 2002). Penentuan tipe produksi didasarkan pada faktor-faktor seperti:

1. Volume atau jumlah produk yang akan dihasilkan,
2. Kualitas produk yang diisyaratkan,
3. Peralatan yang tersedia untuk melaksanakan proses.

Berdasarkan pertimbangan cermat mengenai faktor-faktor tersebut ditetapkan tipe proses produksi yang paling cocok untuk setiap situasi produksi.

#### A. Tipe Produksi Berdasarkan Proses Menghasilkan Output

##### 1. Proses Produksi Kontinyu (*Continuous Process*)

Proses kontinyu tidak memerlukan waktu set up yang lama karena proses ini memproduksi secara terus menerus untuk jenis produk yang sama.

Karakteristik dari proses produksi yang terus menerus (*continuous process*) yaitu:

- a. Biasanya produk yang dihasilkan dalam jumlah yang besar dengan variasi yang sangat sedikit dan sudah distandarisasikan.
- b. Proses seperti ini biasanya menggunakan sistem atau cara penyusunan peralatan berdasarkan urutan pengerjaan dari produk yang dihasilkan.
- c. Mesin-mesin yang dipakai dalam proses produksi seperti ini adalah mesin-mesin yang bersifat khusus untuk menghasilkan produk tersebut, yang dikenal dengan nama *special purpose machine*.
- d. Oleh karena mesin-mesin bersifat khusus dan biasanya semi otomatis, maka pengaruh individual operator terhadap produk yang dihasilkan kecil sekali, sehingga operatornya tidak perlu mempunyai keahlian/ketrampilan yang tinggi untuk pengerjaan produk tersebut.

- e. Apabila terjadi salah satu mesin/peralatan terhenti/rusak, maka seluruh proses produksi akan terhenti.
- f. Oleh karena itu, mesin-mesinnya bersifat khusus dan variasi dari produknya kecil maka job structure-nya sedikit dan jumlah tenaga kerjanya tidak perlu banyak.
- g. Peersediaan bahan baku dan bahan dalam proses adalah lebih rendah dibandingkan dengan proses produksi terputus.
- h. Oleh karena mesin-mesin yang dipakai bersifat khusus, maka proses seperti ini membutuhkan ahli pemeliharaan yang mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang banyak.
- i. Biasanya bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan *handling* yang menggunakan tenaga mesin seperti ban berjalan (*conveyor*).

## 2. Proses Produksi Terputus (*Intermittent Process/Discrete System*)

Proses terputus memerlukan waktu total *set-up* yang lebih lama karena proses ini memproduksi berbagai jenis spesifikasi barang sesuai pesanan, sehingga ada nya pergantian jenis barang yang diproduksi akan membutuhkan kegiatan *set-up* yang berbeda.

Karakteristik dari proses yang terputus (*intermittent process*) adalah:

- a. Biasanya produk yang dihasilkan dalam jumlah yang. sangat kecil dengan variasi yang sangat besar dan didasarkan atas pesanan.
- b. Proses seperti ini biasanya menggunakan sistem, atau cara penyusunan peralatan yang berdasarkan atas fungsi dalam proses produksi, dimana peralatan yang sama, dikelompokkan pada tempat yang sama, yang disebut dengan *process layout* atau departementalisasi berdasarkan peralatan



- c. Mesin-mesin yang dipakai dalam proses produksi seperti ini adalah mesin-mesin yang bersifat umum yang dapat digunakan untuk menghasilkan bermacam macam produk dengan variasi yang hamper sama.
- d. Pengaruh individual operator terhadap produk yang dihasilkan sangat besar, sehingga operatornya perlu mempunyai keahlian atau ketrampilan yang tinggi dalam pengerjaan produk tersebut.
- e. Proses produksi tidak akan mudah terhenti walaupun terjadi kerusakan atau terhentinya salah satu mesin atau peralatan.
- f. Karena mesin-mesinnya bersifat umum dan variasi dari produknya besar, maka terdapat pekerjaan yang bermacam-macam, sehingga pengawasannya lebih sulit.
- g. Persediaan bahan baku biasanya lebih tinggi, karena tidak dapat ditentukan pesanan apa yang akan dipesan oleh pembeli dan juga persediaan bahan dalam proses akan lebih tinggi dibandingkan proses kontinyu, karena prosesnya terputus-putus/terhenti-henti.
- h. Biasanya bahan-bahan dipindahkan dengan peralatan *handling* yang bersifat delksibel (*varied path equipment*) dengan menggunakan tenaga manusia seperti kereta dorong atau *forklift*.
- i. Sering dilakukan pemindahan bahan yang bolak-balik sehingga perlu adanya ruangan gerak (*aisle*) yang besar dan ruangan tempat bahan-bahan dalam proses (*work in process*) yang besar (Dadan, 2020)

### 3. Proses Produksi Campuran (*Repetitive Process*)

Dalam proses produksi campuran atau berulang, produk dihasilkan dalam jumlah yang banyak dan proses biasanya berlangsung secara berulang-ulang dan

serupa. Untuk industri semacam ini, proses produksi dapat dihentikan sewaktu-waktu tanpa menimbulkan banyak kerugian seperti halnya yang terjadi pada *continuous process*. Industri yang menggunakan proses ini biasanya mengatur tata letak fasilitas produksinya berdasarkan aliran produk. (Wignjosoebroto, 2009). Ciri-ciri proses produksi yang berulang-ulang adalah:

- a. Biasanya produk yang dihasilkan berupa produk standar dengan opsi-opsi yang berasal dari modul-modul, dimana modul-modul tersebut akan menjadi modul bagi produk lainnya.
- b. Memerlukan sedikit tempat penyimpanan dengan ukuran *medium* atau lebar untuk lintasan perpindahan materialnya dibandingkan dengan proses terputus, tetapi masih lebih banyak bila dibandingkan dengan proses *continuous*.
- c. Mesin dan peralatan yang dipakai dalam proses produksi seperti ini adalah mesin dan peralatan tetap bersifat khusus untuk masing-masing lintasan perakitan yang tertentu.
- d. Oleh karena mesin-mesinnya bersifat tetap dan khusus, maka pengaruh *individual operator* terhadap produk yang dihasilkan cukup besar, sehingga operatornya perlu mempunyai keahlian atau keterampilan yang baik dalam pengerjaan produk tersebut.
- e. Proses produksi agak sedikit terganggu (terhenti) bila terjadi kerusakan atau terhentinya salah satu mesin atau peralatan.
- f. Operasi-operasi yang berulang akan mengurangi kebutuhan pelatihan dan perubahan instruksi-instruksi kerja.
- g. Sistem persediaan ataupun pembeliannya bersifat tepat waktu (*just in time*).

h. Biasanya bahan–bahan dipindahkan dengan peralatan *handling* yang bersifat tetap dan otomatis seperti *conveyor*, mesin–mesin *transfer* dan sebagainya.

B. Tipe Produksi Berdasarkan Tujuan Operasinya

1. *Assembly to Order* (ATO)

Sistem produksi yang dilakukan apabila produsen membuat desain standard yang terdiri atas beberapa komponen dan merakit dengan kombinasi tertentu dari komponen tersebut sesuai dengan pesanan konsumen. Komponen-komponen standar tersebut bisa dirakit untuk berbagai tipe produk. Contohnya adalah perusahaan mobil, dimana mereka menyediakan pilihan transmisi secara manual atau otomatis, AC, audio, *interior*, dan *engine* khusus dengan berbagai varian. Komponen-komponen tersebut telah disiapkan (diproduksi) terlebih dahulu dan baru akan dirakit menjadi mobil ketika ada pesanan dari konsumen. Perusahaan industri yang memilih strategi *assembly to order* akan memiliki inventori yang terdiri dari semua *subassemblies* atau modul-modul. Apabila konsumen memesan produk, produsen secara cepat merakit modul-modul yang ada dan mengirimkan dalam bentuk produk akhir kepada konsumen. Strategi *assembly to order* digunakan oleh perusahaan-perusahaan industri yang memiliki produk modular, dimana beberapa produk akhir membentuk modul-modul umum (*common modules*). Perusahaan industri yang menggunakan strategi ini antara lain industri otomotif, komputer komersial, dan sebagainya.

2. *Engineering to Order* (ETO)

Sistem produksi yang dilakukan apabila konsumen meminta produsen untuk membuat produk yang dimulai dari proses perancangannya. Dalam strategi ini, perusahaan tidak membuat produk itu sebelumnya atau dengan kata lain sesuai

untuk produk-produk baru, dan/atau unik. Perusahaan yang memilih strategi ini tidak mempunyai inventori karena produk baru akan didesain dan diproduksi setelah ada permintaan konsumen. Untuk itu, perusahaan tidak mempunyai risiko berkaitan dengan investasi inventori. Apabila ada pesanan, pihak perusahaan akan mengembangkan desain untuk produk yang diminta (termasuk pertimbangan waktu dan biaya), kemudian menerima persetujuan tentang desain itu dari pihak konsumen, selanjutnya akan memesan material-material yang dibutuhkan untuk pembuatan produk, dan mengirimkan produk itu ke konsumen. Contoh produk yang menggunakan strategi *engineering to order* adalah kapal, gedung bertingkat, jembatan, rumah, pagar dan sebagainya.

### 3. *Make to Order* (MTO)

Sistem produksi yang dilakukan apabila produsen memproduksi suatu produk hanya jika telah menerima pesanan dari konsumen. Perusahaan industri yang memilih strategi *make to order* hanya mempunyai desain produk dan beberapa material standar dalam sistem inventori dari produk-produk yang telah dibuat sebelumnya. Aktifitas proses pembuatan produk bersifat khusus yang disesuaikan dengan setiap pesanan dari konsumen. Siklus pesanan (*order cycle*) dimulai ketika konsumen menspesifikasikan produk yang dipesan, dalam hal ini produsen dapat membantu konsumen untuk menyiapkan spesifikasi sesuai kebutuhan konsumen. Produsen menawarkan harga dan waktu penyerahan berdasarkan atas permintaan pelanggan itu (Agustina, 2018).

### 4. *Make to Stock* (MTS)

Pada umumnya, proses *make to stock* diakhiri dengan *inventory* barang jadi, pesanan pelanggan, dan kemudian pelayanan dari *inventory*. Pengendalian jumlah

proses *make to stock* didasarkan pada jumlah aktual atau antisipasi untuk *inventory* barang jadi. Target tingkat persediaan ditetapkan dan proses dilakukan secara periodik, untuk menjaga besarnya target tingkat *stock* (Andy, 2020).

### C. Tipe Produksi Berdasarkan Aliran Operasi dan Variasi Produk

Jika dilihat dari Aliran Operasi dan Variasi Produk, proses produksi mempunyai karakteristik sebagai berikut (Bedworth dan Bailey, 1987) :

#### 1. *Flow Shop*

yaitu proses konversi dimana unit-unit *output* secara berturut-turut melalui urutan operasi yang sama pada mesin-mesin khusus, biasanya ditempatkan sepanjang suatu lintasan produksi. Proses jenis ini biasanya digunakan untuk produk yang mempunyai desain dasar yang luas, diperlukan penyusunan bentuk proses produksi *flow shop* yang biasanya bersifat MTS (*Make to Stock*). Bentuk umum proses *flow shop* kontinyu dan *flow shop* terputus. Pada *flow shop* kontinyu, proses bekerja untuk memproduksi jenis output yang sama. Pada *flow shop* terputus, kerja proses secara periodik diinterupsi untuk melakukan *set up* bagi pembuatan produk dengan spesifikasi yang berbeda.

#### 2. *Continuous*

proses ini merupakan bentuk sistem dari *flow shop* dimana terjadi aliran material yang konstan. Contoh dari proses *continuous* adalah industri penyulingan minyak, pemrosesan kimia, dan industri-industri lain dimana kita tidak dapat mengidentifikasi unit-unit *output* prosesnya secara tepat.

#### 3. *Job shop*

Merupakan bentuk proses konversi di mana unit-unit untuk pesanan yang berbeda akan mengikuti urutan yang berbeda pula dengan melalui pusat-pusat kerja

yang dikelompokkan berdasarkan fungsinya. *Job shop* ini bertujuan memenuhi kebutuhan khusus konsumen, jadi biasanya bersifat MTO (*Make to Order*).

#### 4. *Batch*

Sistem *batch* memproduksi banyak variasi produk dan volume, lama produksi untuk tiap produk lebih pendek, dan satu lintasan produksi dapat digunakan untuk beberapa tipe produk. Pada sistem ini, pembuatan produk dengan tipe yang berbeda akan mengakibatkan pergantian peralatan produksi, sehingga sistem tersebut harus “*general purpose*” dan fleksibel untuk produk dengan volume rendah tetapi variasinya tinggi. Tetapi, volume *batch* yang lebih banyak dapat diproses secara berbeda, misalnya memproduksi beberapa *batch* lebih untuk tujuan MTS dari pada MTO.

#### 5. Proyek

Merupakan penciptaan suatu jenis produk yang akan rumit dengan suatu pendefinisian urutan tugas-tugas yang teratur akan kebutuhan sumber daya dan dibatasi oleh waktu penyelesaiannya. Pada jenis proyek ini, beberapa fungsi mempengaruhi produksi seperti perencanaan, desain, pembelian, pemasaran, penambahan personal atau mesin (yang biasanya dilakukan secara terpisah pada sistem *job shop* dan *flow shop*) harus diintegrasikan sesuai dengan urutan-urutan waktu penyelesaian, sehingga dicapai penyelesaian ekonomis.

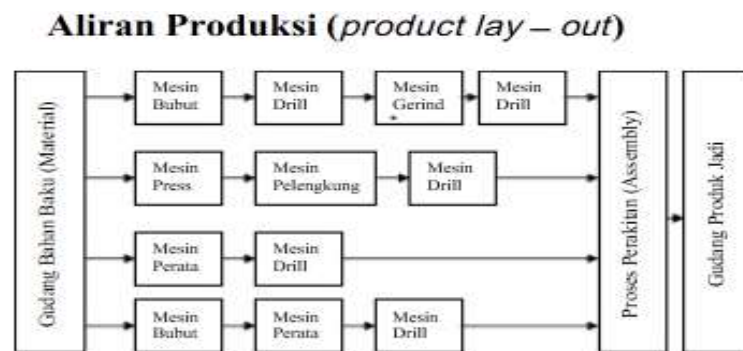
### **2.1.4 Tata Letak Fasilitas Produksi**

Tata letak adalah suatu landasan utama dalam dunia industri. Tata letak pabrik dapat di definisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Adapun kegunaan dari pengaturan tata

letak pabrik adalah memanfaatkan luas area (*space*) untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, personal pekerja dan sebagainya. Dalam tata letak pabrik ada dua hal yang diatur letaknya, yaitu pengaturan mesin (*machine layout*) dan pengaturan departemen (*department layout*) yang ada dari pabrik.

Pemilihan dan penempatan alternatif *layout* merupakan langkah dalam proses pembuatan fasilitas produksi di dalam perusahaan, karena *layout* yang dipilih akan menentukan hubungan fisik dari aktivitas–aktivitas produksi yang berlangsung. Disini ada empat macam atau tipe tata letak yang secara *klasik* dalam *desain layout* yaitu :

1. Tata letak fasilitas berdasarkan aliran proses produksi (*production line product* atau *product layout*)



Gambar 2. 2 *Product Layout*

Sumber: wignjosoebroto, 2009

Tata letak berdasarkan produk yang dibuat (*product lay-out*) atau di sebut pula dengan (*flow line*) didefinisikan sebagai metode pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan kedalam satu *departement* secara khusus. Fasilitas gambar produksi yaitu mesin-mesin produksi dan perangkat penunjang disusun secara berantai mengikuti urutan proses operasi pembuatan produk.

Layout ini pada umumnya digunakan pada proses *assembly (assembly-line production)*.

Keuntungan yang bisa diperoleh untuk pengaturan berdasarkan aliran produksi adalah:

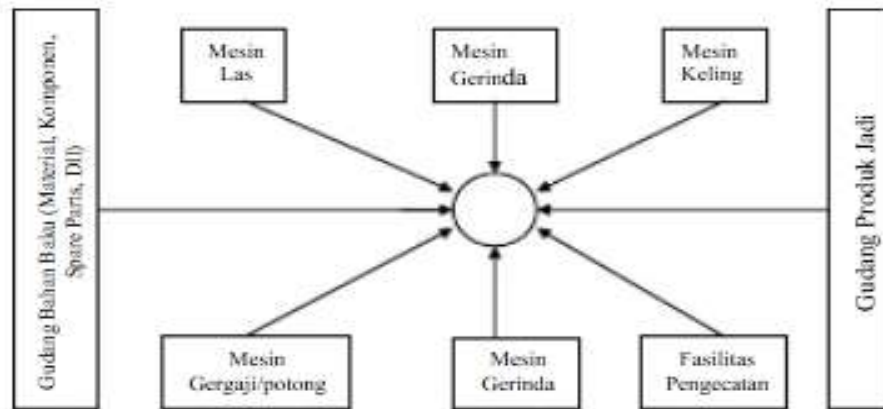
- a. Aliran pemindahan *material* berlangsung lancar, sederhana, logis dan biaya material *handling* rendah karena aktivitas pemindahan bahan menurut jarak terpendek.
- b. Proses operasi produksi dilantai pabrik relatif mudah dilakukan oleh *supervisor*.
- c. Total waktu yang dipergunakan untuk produksi relatif singkat.
- d. *Work in proses* jarang terjadi karena lintasan produksi sudah diseimbangkan.
- e. Adanya insentif bagi kelompok karyawan akan dapat memberikan motivasi guna meningkatkan produktivitas kerjanya.
- f. Tiap *unit* produksi atau stasiun kerja memerlukan luas areal yang *minimal*.
- g. Pengendalian proses produksi mudah dilaksanakan.
- h. *Layout* ini memiliki aliran bahan dengan pola lurus (*straight line flow*) ataupun pola U (*U turn flow*) sehingga sistem pemindahan bahan *relative* efisien.

Sedangkan kerugian dari tata letak tipe ini adalah :

- a. Adanya kerusakan salah satu mesin (*machine break down*) akan dapat menghentikan aliran proses produksi secara total.
- b. Tidak adanya *fleksibilitas* untuk membuat produk yang berbeda.
- c. Stasiun kerja yang paling lambat akan menjadi hambatan bagi aliran produksi.



- d. Adanya investasi dalam jumlah besar untuk pengadaan mesin baik dari segi jumlah maupun akibat spesialisasi fungsi yang harus dimilikinya.
2. Tata letak fasilitas berdasarkan lokasi material tetap (*fixed material location layout* atau *position layout*)



Gambar 2.3 Lokasi Material

Sumber: Wignjosuebrotto, 2009

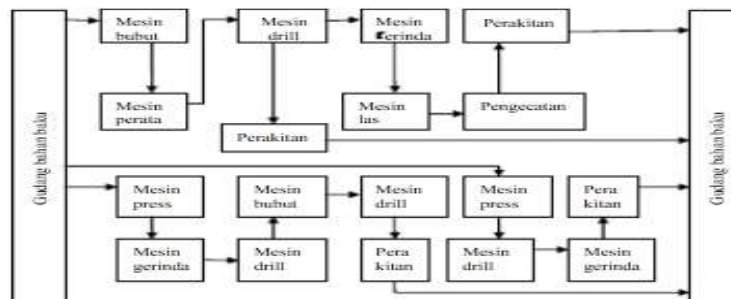
Untuk tata letak pabrik yang berdasarkan proses tetap, material atau komponen produk yang utama akan tinggal tetap pada posisi atau lokasinya sedangkan fasilitas produksi seperti *tools*, mesin, manusia serta komponen-komponen kecil lainnya akan bergerak menuju lokasi *material* atau komponen produk utama tersebut. Keuntungan yang bisa diperoleh dari tata letak berdasarkan lokasi material tetap ini adalah:

- a. Karena yang bergerak pindah adalah fasilitas–fasilitas produksi, maka perpindahan material bisa dikurangi.
- b. Bilamana pendekatan kelompok kerja digunakan dalam kegiatan produksi, maka kontinuitas operasi dan tanggung jawab kerja bisa tercapai tercapai dengan sebaik–baiknya.
- c. Kesempatan untuk melakukan pengkayaan kerja (*job enrichment*) dengan mudah bisa diberikan.

- d. Fleksibilitas kerja sangat tinggi, karena fasilitas produksi dapat diakomodasikan untuk mengantisipasi perubahan dalam rancangan produk, berbagai macam variasi produk yang harus dibuat (*product mix*) atau *volume* produksi.

Sedangkan kerugian dari tata letak tipe ini adalah :

- a. Adanya peningkatan frekuensi pemindahan fasilitas produksi atau operator pada saat operasi kerja berlangsung.
  - b. Memerlukan operator dengan *skill* yang tinggi disamping aktivitas supervisi yang lebih umum dan intensif.
  - c. Memerlukan pengawasan dan koordinasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadwalan produksi.
3. Tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk (*product family, product layout* atau *group technology layout*)



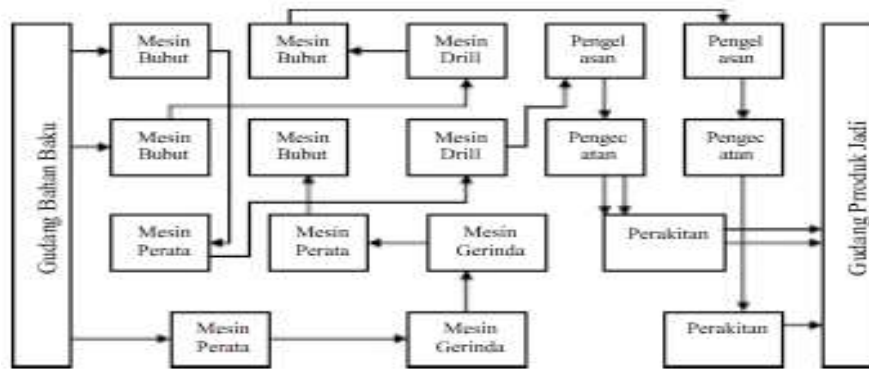
Gambar 2. 4 Group Technology Layout

Tata letak tipe ini didasarkan pada pengelompokkan produk atau komponen yang akan dibuat. Produk–produk yang tidak identik dikelompok-kelompok berdasarkan langkah–langkah pemrosesan, bentuk, mesin atau peralatan yang dipakai dan sebagainya. Disini pengelompokkan tidak didasarkan pada kesamaan jenis produk akhir seperti halnya pada tipe produk *layout*. Keuntungan yang diperoleh dari tata letak tipe ini adalah :

- a. Dengan adanya pengelompokkan produk sesuai dengan proses pembuatannya maka akan dapat diperoleh pendayagunaan mesin yang maksimal.
- b. Lintasan aliran kerja menjadi lebih lancar dan jarak perpindahan material diharapkan lebih pendek bila dibandingkan tata letak berdasarkan fungsi atau macam proses (*process layout*).
- c. Berdasarkan pengaturan tata letak fasilitas produksi selama ini, maka suasana kerja kelompok akan bisa dibuat sehingga keuntungan-keuntungan dari aplikasi *job enlargement* juga akan diperoleh.
- d. Memiliki keuntungan yang bisa diperoleh dari *product layout*.
- e. Umumnya cenderung menggunakan mesin–mesin *general purpose* sehingga mestinya juga akan lebih rendah.

Sedangkan kerugian dari tipe ini adalah :

- a. Diperlukan tenaga kerja dengan keterampilan tinggi untuk mengoperasikan semua fasilitas produksi yang ada.
  - b. Kelancaran kerja sangat tergantung pada kegiatan pengendalian produksi khususnya dalam hal menjaga keseimbangan aliran kerja yang bergerak melalui individu–individu sel yang ada.
  - c. Bilamana keseimbangan aliran setiap sel yang ada sulit dicapai, maka diperlukan adanya *buffers* dan *work in process storage*.
  - d. Beberapa kerugian dari *product* dan *process layout* juga akan dijumpai disini.
  - e. Kesempatan untuk bisa mengaplikasikan fasilitas produksi tipe *special purpose* sulit dilakukan.
4. Tata letak fasilitas berdasarkan fungsi atau macam proses (*functional* atau *process layout*)



Gambar 2.5 *Process Layout*

Sumber: wignjosoebroto, 2009

Tata letak berdasarkan macam proses ini sering dikenal dengan *process* atau *functional layout* yang merupakan *metode* pengaturan dan penempatan dari segala mesin serta peralatan produksi yang memiliki tipe atau jenis sama kedalam satu departemen. Keuntungan yang bisa diperoleh dari tata letak tipe ini adalah :

- a. Total investasi yang rendah untuk pembelian mesin atau peralatan produksi lainnya.
- b. Fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup mengerjakan berbagai macam jenis dan model produk.
- c. Kemungkinan adanya aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan.
- d. Pengendalian dan pengawasan akan lebih mudah dan baik terutama untuk pekerjaan yang sukar dan membutuhkan ketelitian tinggi.
- e. Mudah untuk mengatasi *breakdown* dari pada mesin yaitu dengan cara memindahkannya ke mesin yang lain tanpa banyak menimbulkan hambatan-hambatan signifikan.

Sedangkan kerugian dari tipe ini adalah :

- a. Karena pengaturan tata letak mesin tergantung pada macam proses atau fungsi kerjanya dan tidak tergantung pada urutan proses produksi, maka hal ini menyebabkan aktivitas pemindahan material.
- b. Adanya kesulitan dalam hal menyeimbangkan kerja dari setiap fasilitas produksi yang ada akan memerlukan penambahan *space area* untuk *work in process storage*.
- c. Pemakaian mesin atau fasilitas produksi tipe *general purpose* akan menyebabkan banyaknya macam produk yang harus dibuat menyebabkan proses dan pengendalian produksi menjadi kompleks.
- d. *Tipe process layout* biasanya diaplikasikan untuk kegiatan *job order* yang mana banyaknya macam produk yang harus dibuat menyebabkan proses dan pengendalian produksi menjadi lebih kompleks.
- e. Diperlukan *skill operator* yang tinggi guna menangani berbagai macam aktivitas produksi yang memiliki variasi besar.

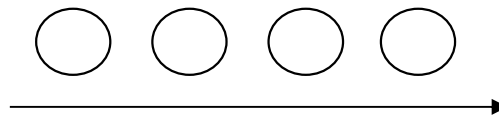
### **2.1.5 Pola Aliran Bahan Untuk Proses Produksi**

Pola aliran bahan pada umumnya akan dapat dibedakan dalam dua tipe yaitu pola aliran bahan untuk proses produksi dan pola aliran bahan yang diperlukan untuk proses perakitan, untuk jelasnya dibedakan menjadi 5, antara lain :

1. *Straight Line*

Pola aliran berdasarkan garis lurus dipakai bilamana proses berlangsung singkat , relatif sederhana dan umumnya terdiri dari beberapa komponen atau beberapa macam *production equipment*. Beberapa keuntungan memakai pola aliran berdasarkan garis lurus antara lain :

- a. Jarak terpendek antara 2 titik
- b. Proses berlangsung sepanjang garis lurus yaitu dari mesin nomor satu sampai dengan nomor terakhir
- c. Jarak perpindahan bahan secara total kecil

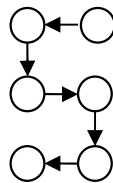


Gambar 2. 6 Pola Aliran Bahan *Straight Line*

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

## 2. *Zig-Zag (S-Shape)*

Pola aliran berdasarkan garis-garis patah ini sangat baik ditetapkan bilamana aliran proses produksi menjadi lebih panjang disbanding dengan luas area yang ada. Untuk itu aliran bahan akan dibelokkan untuk menambah panjangnya garis aliran yang ada secara ekonomis, hal ini akan dapat mengatasi segala keterbatasan dari area, bentuk serta ukuran pabrik yang ada.

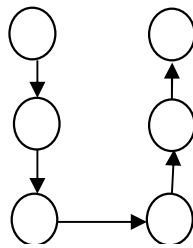


Gambar 2. 7 Pola Aliran Bahan *Zig-Zag (S-Shape)*

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

### 3. *U-Shaped*

Pola aliran ini akan dipakai bilamana dikehendaki bahwa akhir dari proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinya. Hal ini akan mempermudah pemanfaatan fasilitas transportasi dan juga akan mempermudah pengawasan untuk keluar masuknya *material* dari dan menuju pabrik. Apabila garis aliran *relative* panjang maka pola *U-Shape* ini tidak efisien dan untuk ini lebih baik digunakan pola aliran bahan *Zig-Zag*.

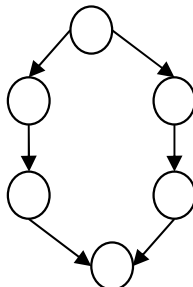


Gambar 2.8 Pola Aliran Bahan *U-Shape*

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

### 4. *Circular*

Pola aliran berdasarkan bentuk lingkaran ini sangat baik dipergunakan bilamana dikehendaki untuk mengembalikan material atau produk pada titik awal aliran produksi. Aliran ini juga sangat baik apabila departmen penerimaan dan pengiriman material atau produk jadi direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan.



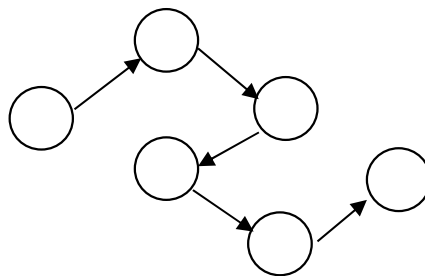
Gambar 2.9 Pola Aliran Bahan *Circular*

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

5. *Odd-Angle*

Pola aliran berdasarkan *odd-angle* ini tidaklah begitu dikenal dibandingkan pola aliran yang ada. Adapun beberapa keuntungan yang ada bila memakai pola antara lain:

- a. Bilamana tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang pendek diantara suatu kelompok kerja dari area yang saling berkaitan.
- b. Bilamana proses *handling* dilaksanakan secara mekanis.
- c. Bilamana ada keterbatasan ruangan yang menyebabkan pola aliran yang lain terpaksa tidak diterapkan.
- d. Bila dikehendaki adanya pola aliran yang tetap dari fasilitas – fasilitas yang ada.
- e. *Odd-angle* ini akan memberikan lintasan yang pendek dan terutama untuk area yang kecil (Wignjosoebroto,1996).



Gambar 2.10 Pola Aliran Bahan *Odd-Angle*

Sumber: Wignjosoebroto, 2009



### 2.1.6 Fungsi dan Sistem Produksi

Haming dan Nurnajamuddin, menyatakan fungsi produksi dibagi menjadi 4 bagian yaitu:

1. Fungsi pemasaran,

Yaitu merupakan fungsi yang diberi tugas dan tanggung jawab untuk menciptakan permintaan terhadap produk yang dihasilkan atau disediakan perusahaan melalui aktivitas penjualan dan pemasaran.

2. Fungsi produksi atau fungsi operasi,

Yaitu fungsi yang disertai tugas dan tanggung jawab untuk melakukan aktivitas pengubahan dan pengolahan sumber daya produksi (*a set of input*) menjadi keluaran (*output*), barang atau jasa, sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya.

3. Fungsi keuangan,

Yaitu fungsi yang disertai tugas dan tanggung jawab untuk mencari dana yang dibutuhkan dan selanjutnya mengatur penggunaan dana itu untuk membiayai kegiatan perusahaan sehingga perusahaan itu berjalan dengan baik.

4. Fungsi administrasi umum dan personalia

Diserahi tugas dan tanggung jawab untuk menjalankan segala aktivitas untuk menunjang kegiatan operasi perusahaan (*utilities function*) serta melengkapi perusahaan dengan sumber daya manusia.

Secara umum, fungsi produksi terbangun atas empat elemen (*subsystem*) : Subsistem masukan (*input subsystem*), subsistem proses (*conversion or processing subsystem*), subsistem keluaran (*output subsystem*), subsistem umpan balik (*feedback or production subsystem*) (Achmad, 2018).

## 2.2 Ergonomi

Istilah “Ergonomi” berasal dari bahasa latin yaitu *ERGON* yang berarti kerja dan *NOMOS* yang berarti hukum alam yang didefinisikan sebagai studi mengenai aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain atau perancangan. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah, dan di tempat umum. Di dalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Ergonomi disebut juga sebagai “*Human Factors*”. (Nurmianto, 2004)

Terdapat beberapa pengertian ergonomi, diantaranya : menurut Sutalaksana (2005) ergonomi merupakan suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, aman dan nyaman.

Secara umum ergonomi adalah ilmu dan aplikasinya yang dirancang untuk menyelaraskan pekerjaan dan lingkungan terhadap dengan manusia, dan sebaliknya. Tujuan dari ergonomi sendiri yaitu untuk mencapai produktivitas dan efisiensi tertinggi pekerja melalui pemanfaatan manusia atau pekerja yang optimal (Riefky, 2020).

Secara garis besar bidang ergonomi dibagi menjadi empat dari sudut pandang objek kajian yang dipelajari yaitu, Ergonomi kognitif (*cognitive ergonomics*),

Ergonomi organisasi (*organizational ergonomics*), Ergonomi lingkungan (*environmental ergonomics*), Ergonomi fisik (*physical ergonomics*). Ergonomi fisik suatu kegiatan yang berhubungan dengan aktivitas fisik kerja manusia. Beberapa topik yang berhubungan dalam ergonomi fisik meliputi: anatomi tubuh manusia, karakteristik fisiologi, dan biomekanika, antropometri, kekuatan fisik manusia kerja, postur kerja, beban fisik kerja, studi gerakan, dan waktu kerja, *Muscoleteral Disorder* (MSD), pemindahan material, tata letak tempat kerja, keselamatan kerja, kesehatan kerja, ukuran/dimensi tempat atau alat kerja, fungsi indra dalam kerja, *control & display*, dan sebagainya. Ergonomi kognitif yang berkaitan dengan proses mental manusia, termasuk didalamnya ; persepsi, ingatan, dan reaksi, sebagai akibat dari interaksi manusia terhadap pemakaian elemen sistem dengan topik yang relevan antara lain; beban kerja, pengambilan keputusan, *performance, human-computer interaction*, kendala manusia, dan stress kerja. Ergonomi organisasi berkaitan dengan optimasi sitem sosioleknik, termasuk struktur organisasi, kebijakan dan proses dengan topik-topik yang relevan antara lain; komunikasi, MSDM, perancangan sistem kerja, perancangan waktu kerja, team work, dll. Ergonomi lingkungan berkaitan dengan pencahayaan, temperatur kebisingan, dan getaran (Sugiono, 2018).

### **2.3 Beban Kerja**

Beban kerja timbul dari interaksi antara kebutuhan tugas/pekerjaan, kondisi kerja, keterampilan, tingkah laku, dan persepsi operator. Sedangkan kapasitas adalah kemampuan manusia dalam melakukan suatu pekerjaan. Menurut Keputusan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor KEP/75/M.PAN/7/2004, beban kerja adalah sejumlah target pekerjaan atau target

hasil yang harus dicapai dalam satu satuan waktu tertentu dalam keadaan normal. Sedangkan menurut (Herrianto, 2010) beban kerja adalah jumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh seseorang ataupun sekelompok orang selama periode waktu tertentu dalam keadaan normal.

Setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang meliputi kecocokan pengalaman, keterampilan, motivasi (Suma'mur, 1987). Beban kerja yang terlalu berlebihan akan mengakibatkan stres kerja baik fisik maupun psikis dan reaksi-reaksi emosional, seperti sakit kepala, gangguan pencernaan dan mudah marah. Sedangkan pada beban kerja yang terlalu sedikit dimana pekerjaan yang dilakukan karena pengulangan gerak yang menimbulkan kebosanan. Kebosanan dalam kerja rutin sehari-hari karena tugas atau pekerjaan yang terlalu sedikit mengakibatkan kurangnya perhatian pada pekerjaan. sehingga secara potensial membahayakan pekerja (Manuaba, 2000).

Secara spesifik beban kerja dapat dibagi menjadi dua, yaitu beban kerja fisik dan beban kerja mental. Kerja fisik adalah aktivitas yang memerlukan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaganya (*power*). Kerja fisik disebut juga *manual operation* dimana performansi kerja sepenuhnya akan tergantung pada manusia yang berfungsi sebagai sumber tenaga (*power*) ataupun pengendali kerja. *Job description* yang berlebih karena terbatasnya jumlah karyawan merupakan indikasi adanya beban kerja fisik yang berlebih. Sedangkan persepsi terhadap ketidaksesuaian kerja dan lingkungan kerja yang menimbulkan stress merupakan indikasi adanya beban kerja mental yang berlebih.

### 2.3.1 Beban Kerja Fisik

Konsep beban kerja fisik pertama kali dikemukakan oleh Frederick W. Taylor dengan menyatakan bahwa beban kerja fisik ditimbulkan oleh pekerjaan yang didominasi oleh aktivitas fisik. Beban kerja fisik relatif lebih mudah diukur untuk tenaga kerja langsung karena adanya output yang mudah terukur. Namun pengukuran beban kerja fisik dapat pula diterapkan untuk tenaga kerja tidak langsung dengan pendekatan yang sedikit berbeda.

Kerja fisik akan mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada saat kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung yaitu dengan pengukuran kecepatan denyut jantung atau konsumsi oksigen. Berat ringannya beban kerja fisik yang diterima oleh seorang tenaga kerja dapat digunakan untuk menentukan berapa lama seorang tenaga kerja dapat melakukan aktivitas kerjanya sesuai dengan kemampuan atau kapasitas kerja yang bersangkutan. Di mana semakin berat beban kerja fisik, maka akan semakin pendek waktu seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti atau sebaliknya Kerja fisik dikelompokkan oleh David dan Miller (2000 : 360):

- a) Kerja total seluruh tubuh, yang mempergunakan sebagian besar otot biasa melibatkan dua pertiga atau tiga perempat oleh otot tubuh
- b) Kerja sebagian otot, yang membutuhkan lebih sedikit energi *expenditure* karena otot yang dipergunakan lebih sedikit.
- c) Kerja otot statis, yaitu otot yang dipergunakan untuk menghasilkan gaya, tetapi tanpa kerja mekanik membutuhkan kontraksi sebagian otot.

Pengeluaran energi relatif yang banyak dan pada jenis tersebut dapat dibedakan dalam beberapa kerja sesuai fisik yaitu :

1. Kerja Statis yaitu:
  - a) Tidak menghasilkan gerak.
  - b) Kontraksi otot bersifat isometris (tegang otot bertambah sementara tegangan otot tetap).
  - c) Kelelahan lebih cepat terjadi
2. Kerja Dinamis, yaitu:
  - a) Menghasilkan gerak.
  - b) Kontraksi otot bersifat isotonis (panjang otot berubah sementara tegangan otot tetap).
  - c) Kontraksi otot bersifat ritmis (kontraksi dan relaksasi secara bergantian).Kelelahan relatif agak lama terjadi.

Beban kerja fisik cenderung mengarah pada beban yang diterima seorang pekerja dalam suatu pekerjaan yang berkaitan dengan kondisi fisiologisnya, seperti kebisingan, vibrasi (getaran), dan *hygiene*.

### **2.3.2 Beban Kerja Mental**

Pada umumnya, tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas pekerjaan sehari-hari. Massa otot manusia yang bobotnya hampir lebih dari separuh beban tubuh, memungkinkan manusia dapat menggerakkan dan melakukan aktivitas pekerjaannya. Disatu pihak pekerjaan mempunyai arti penting bagi peningkatan prestasi, kemajuan dan produktivitas, sehingga akan mencapai suatu produktif didalam satu tujuan hidup. Di pihak lain, bekerja berarti tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Beban kerja mental didefinisikan sebagai

kondisi yang dialami oleh pekerja dalam pelaksanaan tugasnya dimana hanya terdapat sumber daya mental dalam kondisi yang terbatas. Karena kemampuan orang untuk memproses informasi sangat terbatas, hal ini akan mempengaruhi tingkat kinerja yang dapat dicapai.

Menurut Menges dan Austin (2009 : 287) tuntutan agar pekerjaan dapat menyelesaikan tugas secara keseluruhan sulit tercapai, karena adanya beberapatugas yang dikerjakan dalam waktu bersamaan. Hal ini dapat menyebabkan meningkatnya beban kerja.

Beban kerja mental yang merupakan perbedaan antara tuntutan kerja mental dengan kemampuan mental yang dimiliki oleh pekerja yang bersangkutan. Contoh beban kerja yang timbul dari aktivitas mental di lingkungan kerja antara lain :

- a) Keharusan untuk tetap dalam kondisi kewaspadaan tinggi dalam waktu lama.
- b) Kebutuhan untuk mengambil keputusan yang melibatkan tanggung jawab besar.
- c) Tuntutan keberhasilan pekerjaan yang berpengaruh besar terhadap produktivitas perusahaan.
- d) Menurunnya konsentrasi akibat aktivitas yang monoton.
- e) Kurangnya kontak dengan orang lain, terutama untuk tempat kerja yang terisolasi dengan orang lain.
- f) Buruknya kondisi lingkungan kerja (penchayaan, suhu, kebisingan, sirkulasi udara, dan sebagainya).

Kerja mental yang tidak dirancang dengan baik akan berdampak efek yang buruk didalam suatu pekerjaan, seperti perasaan lelah, kebosanan, kurangnya keberhati-hatian dan kesadaran dalam melakukan suatu pekerjaan. Efek buruk yang

ditimbulkan lainnya seperti lupa dalam menjalankan suatu aktivitas atau tidak melakukan aktivitas pada waktunya. Berbagai jenis kesalahan (*error*) maupun melambatnya reaksi atas suatu stimulus dapat juga terjadi karena beban kerja mental yang tidak optimal. Pada akhirnya, semua ini akan berdampak pada turunnya kinerja yang dapat sekedar berupa bertambahnya waktu untuk mengerjakan suatu aktivitas, sampai dengan kegagalan suatu sistem yang bersifat fatal (Hock & Joseph,2019).

Setiap aktivitas mental akan selalu melibatkan unsur persepsi, interpretasi, dan proses mental dari suatu informasi yang diterima oleh organ sensoris untuk diambil suatu keputusan atau proses mengingat informasi yang lampau (Grandjean, 1993). Pekerjaan yang bersifat mental sulit diukur melalui perubahan fungsi faal tubuh. Secara fisiologis, aktivitas mental terlihat sebagai suatu jenis pekerjaan yang ringan sehingga kebutuhan kalori untuk aktivitas mental juga lebih rendah. Jika dilihat secara moral dan tanggung jawab, aktivitas mental jelas lebih berat dibandingkan dengan aktivitas fisik karena lebih melibatkan kerja otak daripada kerja otot (Tarwaka,2004).

### **2.3.3 Faktor Yang Mempengaruhi Beban Kerja**

Menurut Tarwaka (2004), adapun faktor- faktor yang mempengaruhi beban kerja antara lain:

- a. Faktor eksternal, yaitu beban yang berasal dari luar tubuh pekerja seperti :
  1. Tugas-tugas yang bersifat fisik, seperti stasiun kerja, tata ruang, tempat kerja, alat dan sarana kerja, kondisi kerja, sikap kerja dan tugas-tugas yang bersifat psikologis, seperti kompleksitas pekerjaan, tingkat kesulitan, tanggung jawab pekerjaan.



2. Organisasi kerja, seperti lamanya wajib bekerja, waktu istirahat, shift kerja, kerja malam, sistem pengupahan, model struktur organisasi, pelimpahan tugas dan wewenang.
  3. Lingkungan kerja adalah lingkungan kerja fisik, lingkungan kimiawi, lingkungan kerja biologis dan lingkungan kerja psikologis.
- b. Faktor internal

Faktor internal adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh itu sendiri akibat dari reaksi beban kerja eksternal. Faktor internal meliputi faktor somatic (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, status gizi, dan kondisi kesehatan) dan faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan dan kepuasan).

#### **2.4 Pengukuran Beban Kerja Fisik**

Menurut Astrand & Rodahl (1977) bahwa penilaian beban kerja fisik dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu:

1. Penilaian beban kerja secara langsung

Salah satu kebutuhan umum dalam pergerakan otot adalah oksigen yang dibawa oleh darah ke otot untuk pembakaran zat dalam menghasilkan energi.

Menteri Tenaga kerja melalui Kep. No. 51 tahun 1999, menetapkan kategori beban kerja menurut kebutuhan kalori sebagai berikut:

- a. Beban kerja ringan : 100-200 kilo kalori/jam
  - b. Beban Kerja sedang : > 200 – 350 kilo kalori/jam
  - c. Beban Kerja berat : > 350 – 500 kilo kalori/jam
2. Penilaian Beban Kerja Secara tidak Langsung

Denyut nadi merupakan respon fisiologis yang dapat dihitung secara praktis pada saat ingin mengetahui beban kerja seseorang. Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah dengan menggunakan *Pulsemeter*.

#### **2.4.1 Cardiovascular Load (CVL)**

Denyut nadi merupakan salah satu variabel fisiologis, tubuh yang menggambarkan tubuh dalam keadaan statis atau dinamis. Oleh karena itu denyut nadi dipakai sebagai salah satu indikator yang dipakai untuk mengetahui berat ringannya beban kerja seseorang. Adapun menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum yang dinyatakan dalam beban *cardiovascular load* (CVL) (Purwaningsih et al., 2017) Beban *cardiovascular load* (%CVL) ini dihitung dengan rumus :

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Maksimal} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}$$

Beberapa jenis denyut nadi yaitu sebagai berikut :

1. Denyut nadi istirahat yang merupakan rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.
2. Denyut nadi kerja merupakan rerata denyut nadi selama bekerja.

Dimana untuk menentukan CVL diketahui denyut nadi maksimum adalah 220/menit (-umur) untuk laki-laki dan 200/menit untuk wanita. Beban kerja dengan metode *cardiovascular load* (CVL) dihitung dari data yang didapat pada saat penelitian.

## 2.5 Pengukuran Beban Kerja Mental

Aspek psikologi dalam suatu pekerjaan berubah setiap saat. Banyak faktor yang mempengaruhi perubahan psikologi tersebut. Faktor-faktor tersebut dapat berasal dari dalam diri pekerja (internal) atau dari luar diri pekerja/ lingkungan (eksternal). Baik faktor internal maupun eksternal sulit untuk dilihat secara kasat mata, sehingga dalam pengamatan hanya dilihat dari hasil pekerjaan atau faktor yang dapat diukur secara objektif, ataupun dari tingkah laku dan penuturan pekerja itu sendiri yang dapat diidentifikasi. Pengukuran beban kerja mental dapat dilakukan secara objektif dan subjektif.

### 1. Pengukuran beban mental secara objektif

Pengukuran beban kerja psikologis secara objektif dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

#### a. Pengukuran denyut jantung

Secara umum, peningkatan denyut jantung berkaitan dengan meningkatnya level pembebanan kerja.

#### b. Pengukuran waktu kedipan mata

Secara umum, pekerjaan yang membutuhkan atensi visual berasosiasi dengan kedipan mata yang lebih sedikit dan durasi kedipan lebih pendek.

#### c. Pengukuran dengan metode lain

Pengukuran dilakukan dengan alat flicker, berupa alat yang memiliki sumber cahaya yang berkedip makin lama makin cepat sehingga pada suatu saat sukar untuk diikuti oleh mata biasa.

## 2. Pengukuran beban mental secara subyektif

Pengukuran beban kerja mental secara subjektif yaitu pengukuran beban kerja dimana sumber data yang diperoleh adalah data yang bersifat kualitatif dan diambil berdasarkan persepsi subjektif responden atau pekerja. Pengukuran ini merupakan salah satu pendekatan psikologi dengan cara membuat skala psikometri untuk mengukur beban kerja mental seseorang. Pengukuran beban kerja secara subjektif merupakan pengukuran beban kerja mental berdasarkan persepsi subyektif operator/pekerja serta cara termudah untuk memperkirakan *mental workload* pada pekerja dalam menampilkan tugas-tugas tertentu.

Pengukuran beban kerja psikologis secara subjektif dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

- a. *NASA-Task Load Index (TLX)*
- b. *Subjective Workload Assesment Technique (SWAT)*
- c. *Harper Qoorper Rating (HQR)*
- d. *Task Difficulty Scale*

### **2.5.1 *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX)***

Pada tahun 1981 Sandra G. Hart dari *NASA-Ames Reasearch Center* dan *Lowell E.Staveland* dari *San Jose State University* mengembangkan metode NASA TLX (*National Aeronautics and Space Administration Task Load Index*). Metode ini muncul karena kebutuhan pengukuran subyektif yang lebih mudah namun bersifat sensitif. Metode ini untuk menganalisis beban kerja mental yang dirasakan oleh pekerja yang melakukan aktivitas pekerjaannya, berdasarkan munculnya kebutuhan pengukuran subyektif yang terdiri dari skala sembilan faktor (kesulitan

tugas, tekanan waktu, jenis aktivitas, usaha fisik, usaha mental, performansi, frustrasi, stress, dan kelelahan). Dari kesembilan faktor tersebut kemudian disederhanakan menjadi 6 yaitu *Mental Demand*, *Physical Demand*, *Temporal Demand*, *Own Performance*, *Effort*, and *Frustration level*. Pengukuran metode NASA TLX dibagi menjadi 2 tahap yaitu perbandingan setiap skala atau pembobotan dan pemberian nilai terhadap pekerjaan atau peratingan. (Hart & Staveland, 1988).

Dalam melakukan pengukuran NASA-TLX terdapat 6 indikator yang harus diperhatikan (Hancock dan Meshkati, 1988), yaitu :

- *Mental Demand* (MD) atau kebutuhan mental  
Indikator ini menunjukkan seberapa besar aktivitas mental dan perceptual yang dibutuhkan untuk melihat, mengingat, dan mencari. Apakah pekerjaan tersebut mudah atau sulit, sederhana atau kompleks, longgar atau ketat.
- *Physical Demand* (PD) atau kebutuhan fisik  
Indikator ini menunjukkan seberapa besar aktivitas fisik yang dibutuhkan seseorang untuk melakukan suatu pekerjaan (misalnya : mendorong, menarik, mengontrol putaran, menahan tekanan, dll).
- *Temporal Demand* (TD) atau kebutuhan waktu  
Indikator ini berhubungan dengan tekanan yang dirasakan oleh operator berdasarkan waktu selama melakukan pekerjaan tersebut. Apakah pekerjaan perlahan atau sanai atau cepet dan melelahkan.
- *Own Performance* (OP) atau Performansi  
Indikator ini menunjukkan seberapa besar tingkat keberhasilan suatu pekerjaan dan tingkat kepuasan operator dalam melaksanakan pekerjaannya.

- *Effort* (EF) atau Usaha

Indikator ini menunjukkan seberapa besar usaha mental dan fisik yang dibutuhkan oleh operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan.

- *Frustration* (FR) atau Tingkat *Stress*

Indikator ini menunjukkan seberapa besar tingkat kecemasan yang dirasakan bila dibandingkan dengan perasaan kepuasan diri terhadap pekerjaannya oleh operator selama menyelesaikan suatu pekerjaan.

Langkah-langkah pengukuran dengan menggunakan NASA TLX adalah sebagai berikut (Hancock, P.A & Meshkati, N, 1998):

1. Pembobotan

Pada bagian ini responden diminta untuk memilih salah satu dari dua indikator yang dirasakan lebih dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan tersebut. Kuesioner NASA-TLX yang diberikan berupa perbandingan berpasangan. Dari kuesioner ini dihitung jumlah *tally* dari setiap indikator yang dirasakan paling berpengaruh. Jumlah *tally* menjadi bobot untuk tiap indikator beban mental.

2. Pemberian Rating

Pada bagian ini responden diminta untuk memberikan nilai terhadap keenam faktor. Penilaian ini bersifat subyektif sesuai dengan yang dirasakan oleh responden selama menyelesaikan suatu pekerjaan.

3. Menghitung Nilai Produk

Pada tahap ini nilai produk didapatkan dengan mengkalikan bobot dan rating yang diberikan oleh responden, sehingga akan menghasilkan nilai produk dari masing-masing indikator.

4. Menghitung *Weighted Workload* (WWL)

Menghitung WWL dengan cara menjumlahkan keenam indikator setiap responden.

5. Menghitung Rata-Rata WWL

Diperoleh dari membagi WWL yang didapatkan dengan jumlah bobot total yaitu 15

6. Interpretasi Skor

Output dari perhitungan menggunakan metode NASA TLX adalah tingkatan beban kerja mental yang dirasakan oleh responden.